

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 101 56 940 A 1**

(51) Int. Cl.⁷:
F 16 D 48/06

DE 101 56 940 A 1

(21) Aktenzeichen: 101 56 940.8
(22) Anmeldetag: 20. 11. 2001
(23) Offenlegungstag: 28. 5. 2003

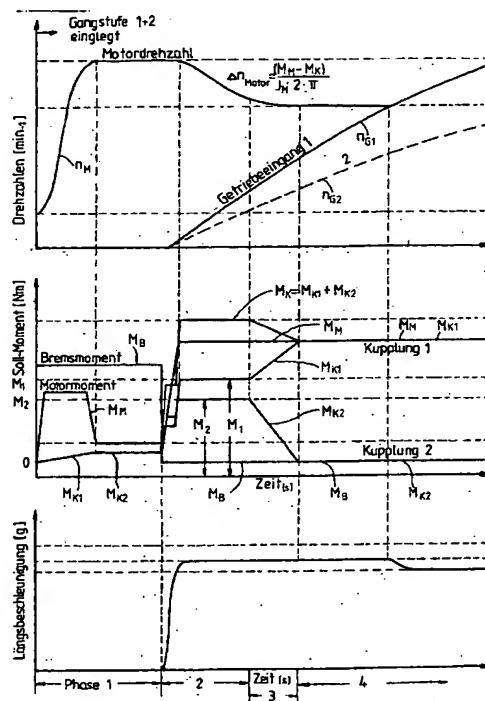
(71) Anmelder:
ZF Sachs AG, 97424 Schweinfurt, DE

(72) Erfinder:
John, Thomas, Dipl.-Ing., 97529 Sulzheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Verfahren zum Anfahren eines ein Lastschaltgetriebe und eine Doppel- oder Mehrfach-Kupplung aufweisenden Kraftfahrzeugs mit großer Beschleunigung

(57) Vorgeschlagen wird ein Verfahren zum Anfahren eines Kraftfahrzeugs mit großer bzw. möglichst großer Beschleunigung auf Grundlage eines Kraftfahrzeug-Antriebsstrangs mit einer Doppel- oder Mehrfach-Kupplungseinrichtung. Erfundungsgemäß ist vorgesehen, dass i) zuerst bei noch stehendem Kraftfahrzeug eine Antriebsdrehzahl (n_M) der Antriebseinheit auf ein Ausgangs-Drehzahlniveau gebracht wird, welches zumindest in einem mittleren, vorzugsweise in einem oberen Bereich eines durch eine minimale Drehzahl oder Leerlaufdrehzahl und durch eine maximal zulässige Drehzahl der Antriebseinheit definierten Drehzahlintervalls liegt, und dass ii) danach die Antriebseinheit derart betrieben und eine erste und eine zweite Kupplungsanordnung gemeinsam so weit eingerückt werden, dass zum einen die Antriebseinheit ein Antriebsmoment (M_M) bereitstellt, welches zumindest in einem oberen Bereich eines durch ein Antriebsmoment Null und durch ein auf dem Drehzahlniveau mögliches maximales Antriebsmoment definierten Antriebsmomentintervalls liegt, und dass zum anderen die erste Kupplungsanordnung ein erstes Moment (M_1) und die zweite Kupplungsanordnung ein zweites Moment (M_2) auf die jeweilige Getriebeeingangswelle übertragen, deren Summe ebenfalls zumindest in einem oberen Bereich des durch das Antriebsmoment Null und das auf dem Drehzahlniveau mögliche maximale Antriebsmoment definierten Antriebsmomentintervalls liegt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anfahren eines Kraftfahrzeugs, welches einen Antriebsstrang mit einer Antriebseinheit, einem wenigstens zwei Getriebeeingangswellen aufweisenden Getriebe und einer Doppel- oder Mehrfach-Kupplungseinrichtung zur Momentenübertragung zwischen der Antriebseinheit und dem Getriebe aufweist, wobei die Kupplungseinrichtung eine einer ersten Getriebeeingangswelle zugeordnete erste Kupplungsanordnung und eine einer zweiten Getriebecingangswelle zugeordnete zweite Kupplungsanordnung aufweist, die wahlweise und unabhängig voneinander in Einrück-Richtung oder/und in Ausrück-Richtung betätigbar sind, um Antriebsmoment von der Antriebseinheit wahlweise über die erste oder/und zweite Getriebeeingangswelle in das Getriebe einzuleiten, wobei das eingeleitete Antriebsmoment in Abhängigkeit von einem momentanen Gangschaltzustand des Getriebes zu wenigstens einer Getriebeabtriebswelle übertragbar ist, ggf. unter Transformation des Moments entsprechend einem momentanen Übersetzungsverhältnis eines in Bezug auf die jeweilige Getriebeeingangswelle eingelegten Getriebegangs, und wobei das an der Getriebeabtriebswelle auftretende Moment zu angetriebenen Rädern des Kraftfahrzeugs übertragbar ist, wobei im Zuge eines Anfahrvorgangs von der ersten und der zweiten Kupplungsanordnung wenigstens eine schlupfen betrieben wird und über beide Kupplungsanordnungen simultan entsprechend einer momentanen Momentenübertragungsfähigkeit der Kupplungsanordnungen Antriebsmoment auf die erste und die zweite Getriebeeingangswelle übertragen wird, wobei in Bezug auf beide Getriebeeingangswellen ein jeweiliger Getriebegang eingelegt ist, um das auf die jeweilige Getriebeeingangswelle übertragene Antriebsmoment entsprechend dem jeweiligen Getriebegang auf die Getriebeabtriebswelle zu übertragen, so dass an der Getriebeabtriebswelle ein entsprechendes Summen-Antriebsmoment für den Antrieb der angetriebenen Räder auftritt.

[0002] Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der DE 38 12 327 C2 bekannt. In der Figurenbeschreibung der Patentschrift wird im Zusammenhang mit der Fig. 9 der Hinweis gegeben, dass die in Fig. 9 gezeigten Drehzahl/Zeit-Verläufe (linearer Anstieg der Drehzahlen der Getriebeeingangswellen) von der Annahme ausgehen, dass die Motordrehzahl konstant bleibt. Es ist nicht klar, ob es sich um eine die Darstellung der Drehzahlen vereinfachende Annahme handelt oder ob ein Beispiel betreffend die Art und Weise des Anfahrens gegeben werden soll. Weitere Angaben zur Art und Weise des Anfahrens werden in der Patentschrift jedenfalls nicht gegeben.

[0003] Ein Anfahren mittels zwei in ein Getriebe integrierten Kupplungen ist ferner auch aus der DE 199 11 027 A1 bekannt. Ferner kann auf die DE 35 46 454 C2 verwiesen werden, bei der die beiden Kupplungsanordnungen einer Doppelkupplung allerdings nur parallelgeschaltet werden, um das von diesen gemeinsam übertragene Moment über einen eingelegten Getriebegang, also über eine diesem Gang zugeordnete Getriebecingangswelle, ins Getriebe und dann auf die angetriebenen Räder zu übertragen.

[0004] Aus der DE 196 53 855 C1 ist ein Verfahren zum Anfahren eines Kraftfahrzeugs bekannt sowie eine Steuerungseinrichtung zum Durchführen eines entsprechenden Anfahrvorgangs, der als "Rennstart" bezeichbar ist. Es wird vorgeschlagen, gezielt Schlupf an den Antriebsrädern des Kraftfahrzeugs zu erzeugen und diesen Schlupf unter Vermittelung einer als Einfach-Kupplung ausgeführten Reibungskupplung zu regeln. Zur Vorbereitung des Anfahrens wird zu Beginn des Anfahrvorgang bei noch geöffneter Rei-

bungskupplung bzw. Fahrzeugstillstand der Motor zur Erhöhung der Motordrehzahl über einen vorgegebenen Motordrehzahlschwellenwert angesteuert.

[0005] Die Erfindung trachtet, ein Verfahren der eingangs genannten Art bereitzustellen, das für ein besonders zügiges Anfahren, vorzugsweise für ein als "Rennstart" bezeichbares Anfahren des Kraftfahrzeugs vorteilhaft ist, wobei von den durch eine Doppel- oder Mehrfach-Kupplungseinrichtung gegebenen Möglichkeiten vorteilhaft Gebrauch gemacht werden soll, um einerseits eine große Fahrzeugbeschleunigung zu realisieren und andererseits die Belastung der Kupplungseinrichtung bzw. der Kupplungsanordnungen im Rahmen zu halten.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe wird vorgeschlagen, 15 dass i) zuerst bei noch stehendem Kraftfahrzeug eine Antriebsdrehzahl der Antriebseinheit auf ein Ausgangs-Drehzahliveau gebracht wird, welches zumindest in einem mittleren, vorzugsweise in einem oberen Bereich eines durch eine minimale Drehzahl oder Leerlaufdrehzahl und durch 20 eine maximal zulässige Drehzahl der Antriebseinheit definierten Drehzahlintervalls liegt, und dass ii) danach die Antriebseinheit derart betrieben und die erste und die zweite Kupplungsanordnung gemeinsam soweit eingerückt werden, dass zum einen die Antriebseinheit ein Antriebsmoment bereitstellt, welches zumindest in einem oberen Bereich eines durch ein Antriebsmoment Null und durch ein 25 auf dem Drehzahliveau mögliches maximales Antriebsmoment definierten Antriebsmomentintervalls liegt, und dass zum anderen die erste Kupplungsanordnung ein erstes Moment und die zweite Kupplungsanordnung ein zweites Moment auf die jeweilige Getriebecingangswelle übertragen, deren Summe ebenfalls zumindest in einem oberen Bereich des durch das Antriebsmoment Null und durch das auf dem Drehzahliveau mögliche maximale Antriebsmoment definierten Antriebsmomentintervalls liegt.

[0007] Der mit i) bezeichneten Maßnahme liegt die Überlegung zugrunde, dass es für eine besonders große bzw. optimale Fahrzeugbeschleunigung zweckmäßig ist, die Drehzahl der in der Regel als Brennkraftmaschine bzw. Verbrennungsmotor ausgeführten Antriebseinheit zu Beginn der Anfahrphase auf ein möglichst großes Drehzahliveau zu heben, wobei die maximale Antriebsdrehzahl zuvorderst durch die Belastungsgrenzen der Kupplungseinrichtung bestimmt wird. Damit ist gemäß Maßnahme ii) ein hohes Antriebsmoment von der Antriebseinheit abrufbar, so dass dann in Abhängigkeit vor allem von der Übertragbarkeit des Antriebsmoments über die Antriebsräder auf die Fahrbahn die angestrebte Fahrzeugbeschleunigung tatsächlich realisiert werden kann. Dabei kann Schlupf zwischen den Antriebsrädern und der Fahrbahn auftreten oder auch vermieden oder zumindest begrenzt sein, beispielsweise durch eine Anti-Schlupf-Regelung, die etwa durch Eingriff in das Management der Antriebseinheit (Motormanagement) das Antriebsmoment entsprechend reduziert, oder auch durch Steuerung oder Regelung des über die Kupplungsanordnungen insgesamt übertragenen, und am Getriebeausgang ein entsprechendes Summen-Antriebsmoment ergebenden Moments. Betreffend die zuletzt genannte Möglichkeit kann man eine Steuerung oder Regelung des ersten oder/und des zweiten Moments vorsehen.

[0008] Bevorzugt ist, dass vor dem gemeinsamen Einrücken der ersten und der zweiten Kupplungsanordnung wenigstens eine, vorzugsweise beide Kupplungsanordnungen vorab soweit eingerückt werden, dass die betreffend Kupplungsanordnung ein gegenüber dem ersten bzw. zweiten Moment deutlich geringeres, aber über etwa auftretenden Schleppmomenten liegendes Moment überträgt. Hierdurch lassen sich Totzeiten, die durch Lüftspiel oder dergleichen

an den Kupplungsanordnungen verursachen könnten, zuverlässig vermeiden, so dass etwa in Reaktion auf ein "Startsignal" der Beschleunigungsvorgang ohne störende Verzögerung einsetzen kann.

[0009] Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die Summe des ersten und des zweiten Moments größer als das von der Antriebseinheit auf dem Drehzahlniveau unter der Maßgabe einer im Wesentlichen konstant bleibenden Antriebsdrehzahl bereitstellbare Antriebsmoment ist, so dass die Antriebsdrehzahl in Folge des Einrückens der beiden Kupplungsanordnungen abfällt. Nach diesem Weiterbildungsvorschlag wird die in der Antriebseinheit samt der Eingangsseite der Kupplungseinrichtung gespeicherte Rotationsenergie dazu genutzt, in einer ersten Phase des eigentlichen Anfahrvorgangs ein erhöhtes Summen-Antriebsmoment an der Getriebeabtriebswelle bereitzustellen. Man kann hierdurch ein größeres Summen-Antriebsmoment erzielen, als dies unter der Maßgabe einer im Wesentlichen konstant bleibenden Antriebsdrehzahl möglich wäre. Dies gilt jedenfalls dann, wenn die Summe des ersten und des zweiten Moments größer als das unabhängig von dem Drehzahlniveau mögliche maximale Antriebsmoment ist. Im Falle von Verbrennungsmotoren ändert sich im oberen Bereich des genannten Drehzahlniveaus das vom Motor bei maximalem Gasgeben bereitstellbare Antriebsmoment nur noch recht geringfügig, so dass durch Speicherung von Rotationsenergie vor dem eigentlichen Anfahren tatsächlich eine merkliche Überhöhung des auf die Antriebsräder übertragbaren Antriebsmoments erreichbar ist, wobei diese Überhöhung zumindest einen psychologischen Effekt für entsprechend empfängliche Fahrer insoweit hat, als dass der Fahrer das Anfahren als echten "Rennstart" empfindet.

[0010] Weiterbildend wird vorgeschlagen, dass dann, wenn die Antriebsdrehzahl sich einem unterhalb dem Ausgangs-Drehzahlniveau liegenden Schwellen-Drehzahlniveau nähert oder dieses erreicht, von den beiden Kupplungsanordnungen die zweite ausgerückt und die erste weiter eingerückt wird oder im momentanen Einrückzustand gehalten wird, derart, dass die Antriebsdrehzahl nicht oder zumindest nicht wesentlich unter das Schwellen-Drehzahlniveau fällt. Nach Abbau der gespeicherten "Rotationsenergie" wird dann auf Grundlage des von der Antriebseinheit tatsächlich bereitstellbaren Antriebsmoments weiter beschleunigt. Ist der ersten Kupplungsanordnung der niedrigere der eingelegten Getriebegänge zugeordnet, so wird wegen der in diesem Gang herrschenden Getriebeunterstützung das an der Getriebeabtriebswelle auftretende Antriebsmoment maximiert. Es wird quasi auf ein "herkömmliches" Anfahren vermittels nur einer Kupplung (vorliegend vermittels nur einer Kupplungsanordnung) umgeschaltet.

[0011] Das erste Moment kann größer als das zweite Moment sein. Dies ist besonders dann sinnvoll, wenn der ersten Kupplungsanordnung der niedrigere der eingelegten Getriebegänge zugeordnet ist.

[0012] Gemäß einer Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass das erste Moment kleiner als das von der Antriebseinheit auf dem Drehzahlniveau unter der Maßgabe einer im Wesentlichen konstant bleibenden Antriebsdrehzahl bereitstellbare Antriebsmoment ist. In diesem Zusammenhang, aber auch unabhängig hiervon, ist es besonders bevorzugt, dass das an der Getriebeausgangswelle auftretende Summen-Antriebsmoment aufgrund des ersten und des zweiten Moments etwa gleich groß ist wie ein an der Getriebeausgangswelle auftretendes Antriebsmoment aufgrund des von der ersten Kupplungsanordnung auf die erste Getriebeeingangswelle übertragene Moment nach dem Ausrücken der zweiten und dem weite-

ren Einrücken der ersten Kupplungsanordnung.

[0013] Nach einer weiteren Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass das erste Moment etwa gleich groß ist wie das von der Antriebseinheit auf dem Drehzahlniveau unter der Maßgabe einer im Wesentlichen konstant bleibenden Antriebsdrehzahl bereitstellbare Antriebsmoment ist. In diesem Zusammenhang, aber auch unabhängig hiervon, kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass das an der Getriebeausgangswelle auftretende Summen-Antriebsmoment aufgrund des ersten und des zweiten Moments größer ist wie ein an der Getriebeausgangswelle auftretendes Antriebsmoment aufgrund des von der ersten Kupplungsanordnung auf die erste Getriebeeingangswelle übertragene Moment nach dem Ausrücken der zweiten Kupplungsanordnung.

[0014] Wie schon angedeutet, kann man eine Verfahrensführung derart vorsehen, dass dann, wenn eine Drehzahl der ersten Getriebeeingangswelle das Schwellen-Drehzahlniveau erreicht, diese Drehzahl gemeinsam mit der Antriebsdrehzahl weiter hochbeschleunigt wird.

[0015] Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die beiden Kupplungsanordnungen mehrstufig, vorzugsweise zweistufig, eingerückt werden, um das erste bzw. zweite Moment zu übertragen, wobei das mehrstufige Einrücken derart erfolgt, dass Schwingungsanregungen des Antriebsstrangs aufgrund der einzelnen Einrückstufen sich zumindest teilweise destruktiv überlagern. Es lassen sich etwa Lastwechselschwingungen im Antriebsstrang vermeiden bzw. reduzieren. Es wird hierzu auf die DE 195 36 320 A1 verwiesen, deren Lehre auf das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhaft anwendbar ist.

[0016] Das Verfahren kann unter der Steuerung oder/und Regelung einer Steuereinrichtung des Kraftfahrzeugs bzw. des Antriebsstrangs durchgeführt werden. Hierzu wird weiterbildend vorgeschlagen, dass die Durchführung des Verfahrens hinsichtlich dem Anfahren dadurch auslösbar ist, dass zuerst ein Fahrsignal-Geberelement des Fahrzeugs, ggf. ein Fahr- oder Gaspedal, stärker als ein Schwellenwert im Sinne einer Aktivierung oder eines Hochdrehens der Antriebseinheit betätigt wird und simultan ein Bremssignal-Geberelement des Fahrzeugs, ggf. ein Bremspedal, stärker als ein Mindestmaß im Sinne einer Aktivierung eines Bremssystems des Fahrzeugs betätigt wird, und dass danach bei anhaltender Betätigung des Fahrsignal-Geberelements das Bremssignal-Geberelement im Sinne einer im Wesentlichen vollständigen Deaktivierung des Bremssystems betätigt wird.

[0017] In diesem Zusammenhang kann man vorteilhaft vorsehen, dass die Betätigung des Fahrsignal-Geberelements stärker als der Schwellenwert im Sinne einer Aktivierung oder eines Hochdrehens der Antriebseinheit simultan zu der Betätigung des Bremssignal-Geberelements stärker als das Mindestmaß im Sinne der Aktivierung eines Bremssystems

55 die Antriebsdrehzahl auf das Ausgangs-Drehzahlniveau bringt und ggf. das Einrücken wenigstens einer der beiden Kupplungsanordnung vorab auslöst und dass die Betätigung dss Bremssignal-Geberelements im Sinne einer im Wesentlichen vollständigen Deaktivierung des Bremssystems das

60 Einrücken der ersten und der zweiten Kupplungsanordnung zur Übertragung des ersten bzw. zweiten Moments auslöst.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren kann vorteilhaft in Bezug auf eine Kupplungseinrichtung der Lamellen-Bauart bzw. ein eine derartige Kupplungseinrichtung aufweisendes Kraftfahrzeug ausgeführt werden. Die erste und die zweite Kupplungsanordnung sind dann jeweils als (vorzugsweise für einen nasslaufenden Betrieb vorgesehene) Lamellen-Kupplungsanordnung ausgeführt.

[0019] Die Erfindung betrifft allgemein auch ein Verfahren zum Signalisieren eines speziellen Anfahrwunsches eines Fahrers eines Kraftfahrzeugs an eine Steuereinrichtung des Kraftfahrzeugs, die dafür ausgelegt ist, durch einsprechende Ansteuerung einer Antriebseinheit oder/und eines Getriebes oder/und einer zur Momentenübertragung zwischen der Antriebseinheit und dem Getriebe dienenden Kupplungseinrichtung oder/und eines Bremsystems sowie ggf. weiterer Komponenten oder Funktionalitäten des Kraftfahrzeugs einen speziellen, diesem Anfahrwunsch entsprechenden und ggf. als "Rennstart" bezeichnabaren Anfahrvorgang des Kraftfahrzeugs durchzuführen, und zum Auslösen dieses Anfahrvorgangs.

[0020] Aus der schon angesprochenen DE 196 53 855 C1 ist es bekannt, einen "Rennstart" mittels eines Rennstartschatzers zu signalisieren, wobei es sich um einen gegenüber den übrigen üblichen Bedienkomponenten zusätzlichen Schalter handelt. Es sind aber Bedenken hinsichtlich der Akzeptanz eines derartigen Erfordernisses der Betätigung einer zusätzlichen Bedienkomponente bei an "Rennstarts" interessierten Fahrern aufgekommen. Die Erfindung schlägt demgegenüber vor, dass zuerst ein Fahrsignal-Geberelement des Fahrzeugs, ggf. ein Fahr- oder Gaspedal, stärker als ein Schwellenwert im Sinne einer Aktivierung oder eines Hochdrehens der Antriebseinheit zu betätigen ist und simultan ein Bremssignal-Geberelement des Fahrzeugs, ggf. ein Bremspedal, stärker als ein Mindestmaß im Sinne einer Aktivierung eines Bremsystems des Fahrzeugs zu betätigen ist, und dass danach bei anhaltender Betätigung des Fahrsignal-Geberelements das Bremssignal-Geberelement im Sinne einer im Wesentlichen vollständigen Deaktivierung des Bremsystems zu betätigen ist, ggf. durch Loslassen des Bremspedals, um den Anfahrwunsch zu Signalisieren und den diesem entsprechenden Anfahrwunsch auszulösen. Nach diesem Erfindungsvorschlag werden vom Fahrer zur Signalisierung des Anfahrwunsches und zum Auslösen des entsprechenden Anfahrvorgangs Bedien- bzw. Betätigungsabläufe erwartet, die "natürlichen" Abläufen bei entsprechenden Anfahrvorgängen nachempfunden sind, die dann für einen "Rennstart" nötig sind oder in Frage kommen, wenn auf Grundlage einer rein manuellen Betätigung einer Reibungskupplung das Kraftfahrzeug in dieser Art angefahren werden soll.

[0021] Es wird hier davon ausgegangen, dass im Zusammenhang mit der Erfindung zumindest die Kupplungseinrichtung tatsächlich automatisiert betätigt wird, der Fahrer also kein Kupplungspedal oder dergleichen zu betätigen hat. Vorzugsweise wird auch das Getriebe automatisiert betätigt. [0022] Die Erfindung betrifft ferner eine Steuereinrichtung für ein Kraftfahrzeug, die dafür ausgelegt ist, durch entsprechende Ansteuerung einer Antriebseinheit oder/und eines Getriebes oder/und einer zur Momentenübertragung zwischen der Antriebseinheit und dem Getriebe dienenden Kupplungseinrichtung oder/und eines Bremsystems sowie ggf. weiterer Komponenten oder Funktionalitäten des Kraftfahrzeugs einen speziellen, ggf. als "Rennstart" bezeichnabaren Anfahrvorgang des Kraftfahrzeugs durchzuführen oder/und einen entsprechenden Anfahrwunsch des Fahrer zu erkennen. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtung dafür ausgelegt ist, den Anfahrvorgang gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wie vorstehend beschrieben durchzuführen oder/und den Anfahrwunsch gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wie vorangehend beschrieben zu erkennen und daraufhin den entsprechenden Anfahrvorgang in Übereinstimmung mit diesem erfindungsgemäßen Verfahren auszulösen. Die Erfindung betrifft ferner ein eine derartige Steuereinrichtung aufweisendes Kraftfahrzeug.

[0023] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0024] Fig. 1 zeigt schematisch einen Kraftfahrzeug-Antriebsstrang mit einer Lamellen-Doppelkupplung und einem Lastschaltgetriebe, der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren betreibbar ist und eine Steuereinheit aufweist, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet,

[0025] Fig. 2 zeigt schematisch eine Abwandlung des Antriebsstrangs gemäß Fig. 1, nach der statt einer nasslaufenden Lamellen-Doppelkupplung eine trockenlaufende Doppelkupplung der Reibscheibenbauart vorgesehen ist,

[0026] Fig. 3 zeigt Diagramme zur Erläuterung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Durchführung eines "Rennstarts",

[0027] Fig. 4 zeigt Diagramme, die zur Erläuterung einer Variante des Verfahrens gemäß Fig. 3 dienen.

[0028] Fig. 1 zeigt ein Beispiel für einen Antriebsstrang 10 eines Kraftfahrzeugs. Der Antriebsstrang weist eine Antriebseinheit 12 in Form einer Brennkraftmaschine, speziell eines Verbrennungsmotors auf, wie durch eine symbolhaft gezeichnete Kurbelwelle 14 angedeutet ist. Ein so genanntes Lastschaltgetriebe 18 mit zwei radial geschachtelten Getrieberringswellen 20 und 22 ist über eine Doppelkupplung

24 mit dem Motor 12 verbunden. Die Doppelkupplung 24 umfasst zwei Kupplungsanordnungen 26 und 28, von denen die eine der Getrieberringwelle 20 und die andere der Getrieberringwelle 22 zugeordnet ist. Beim Ausführungsbeispiel handelt es sich um nasslaufende Lamellen-Kupplungsanordnungen, die mittels eines jeweiligen, in die Doppelkupplung integrierten hydraulischen Nehmerzyinders (nicht dargestellt) auf hydraulischem Wege betätigbar sind. Eine entsprechende Hydraulikpumpe 30 ist schematisch dargestellt. Ein der Doppelkupplung zugeordneter Kühlkreislauf mit einer Kühlölpumpe usw. ist nicht dargestellt. Geeignete Doppelkupplungskonstruktionen sind beispielweise aus der DE 100 04 179 A1 bekannt.

[0029] Die Betätigung der beiden Kupplungsanordnungen erfolgt unter Vermittlung von Steuerventilen 32 und 34, die von einer Steuereinheit 36 elektrisch ansteuerbar sind. Die Steuereinheit empfängt Eingangssignale von einem Gaspedal 38, einer Gang-Wähl- oder/und Beeinflussungseinheit 39, einem der Getrieberringwelle 20 zugeordneten Drehzahlsensor 40, einem der Getrieberringwelle 22 zugeordneten Drehzahlsensor 42 und einem der Motorabtriebswelle (Kurbelwelle 14) zugeordneten Drehzahlsensor 44. Die Steuereinheit kann ferner weitere Signale und Messwerte von anderen Sensoren und Signalgebern erhalten, etwa einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor, einem Lenkwinkelsensor, einem Bremsbetätigungsztandssensor (etwa des in Fig. 1 gezeigten Bremspedals 46) usw..

[0030] Durch Vergleich der Drehzahl des Drehzahlsensors 44 einerseits und der Drehzahl des Drehzahlsensors 40 bzw. 42 andererseits kann die Steuereinheit einen Schlupfzustand der Kupplungsanordnung 26 bzw. der Kupplungsanordnung 28 bestimmen. Die Steuereinheit 36 steuert ein Leistungsstglied des Motors 22 an, um die vom Motor abgegebene Leistung bzw. das vom Motor abgegebene Moment einzustellen.

[0031] In Fig. 1 ist ein Kurbelwellenstartergenerator 50 dargestellt, der eine am Motor 12 angeordnete Statoranordnung und eine an der Eingangsseite der Doppelkupplung 24 angeordnete Rotoranordnung aufweist. Der Kurbelwellenstartergenerator 50 wird durch die Steuereinheit 36 aktiviert, insbesondere um den Motor 12 anzulassen.

[0032] Zum auch als Doppelkupplunggetriebe bezeichneten Lastschaltgetriebe 18 ist noch anzumerken, dass es sich bevorzugt um ein voll synchronisiertes Getriebe mit

einer entsprechenden Synchronisereinrichtung 52 handelt. Bei der Synchronisereinrichtung 52 braucht es sich nicht um eine zentrale Synchronisereinrichtung für das ganze Getriebe handeln. Die Synchronisereinrichtung kann auch von herkömmlichen Synchronisermitteln, etwa in Form von Synchronringen, gebildet sein. Eine Abtriebswelle des Getriebes ist mit 54 bezeichnet. Das Getriebe wird vorzugsweise vollautomatisiert mittels einer von der Steuereinheit 36 entsprechend ansteuerbaren Betätigungsseinrichtung 56 betätigt.

[0033] Fig. 2 zeigt ein weiteres Beispiel für einen Antriebsstrang 10 eines Kraftfahrzeugs. Es werden nur die Änderungen gegenüber dem Antriebsstrang gemäß Fig. 1 erläutert. Anstelle einer Doppelkupplung 24 mit zwei nasslaufenden Lamellen-Kupplungsanordnungen 26 und 28 ist beim Beispiel der Fig. 2 eine Doppelkupplung 24 mit zwei trockenlaufenden Kupplungsanordnungen 26 und 28 der Reibscheibenbauart vorgesehen. Die beiden Reibscheiben-Kupplungsanordnungen können beispielsweise mittels in die Doppelkupplung integrierten hydraulischen Nehmerzylin dern auf hydraulischem Wege betätigbar sein, wovon in Fig. 2 ausgegangen ist. Entsprechende Realisierungsmöglichkeiten sind beispielsweise aus der DE 35 26 630 A1 entnehmbar. Es können aber auch völlig anders konstruierte trockenlaufende Doppelkupplungen eingesetzt werden, es wird beispielsweise auf die EP 0 931 951 A1 verwiesen.

[0034] In manchen Betriebssituationen, beispielsweise beim Anfahren des Kraftfahrzeugs, kann sich die Aufgabe stellen, die Kupplungsbelastung kleinzuhalten. Bei Doppelkupplungen oder Mehrfachkupplungen kann man hierzu vorsehen, die Verlustleistung auf wenigstens zwei (bzw. die beiden) Kupplungsanordnungen der jeweiligen Kupplungseinrichtung aufzuteilen. Es wird vorgeschlagen, diesen Ansatz speziell auch bei der Durchführung von "Rennstarts" zu verfolgen.

[0035] Zusätzlich können noch anderen Ansätze verfolgt werden, um thermische Probleme in der Kupplung aufgrund von großen Verlustleistungen zu mildern bzw. zu vermeiden. So wurden betreffend nasslaufende Lamellen-Doppelkupplungen von der Anmelderin verschiedene bauliche Vorschläge gemacht; es wird diesbezüglich auf die DE 100 04 179 A1 verwiesen. Man kann bei Lamellen-Kupplungen speziell auch daran denken, die Lamellenanzahl zu erhöhen. Die an sich mögliche Reduzierung einer "Rennstartdrehzahl" wird häufig nicht erwünscht sein. Man wird also eher die aus der genannten Offenlegungsschrift bekannten Maßnahmen oder andere Maßnahmen ergreifen, um Spitzenverlustleistungen, die durch Kühlung nicht kurzfristig abgeführt werden können, in den Lamellen bzw. in der Kupplungseinrichtung zwischenzuspeichern.

[0036] Die vorliegende Erfindung möchte ein Verfahren angeben, das unabhängig von baulichen Maßnahmen ein besonders zügiges Anfahren des Kraftfahrzeugs ermöglicht, wobei die erfundungsgemäße Lehre vorteilhaft insbesondere auch für so genannte "Rennstarts" einsetzbar ist. Die erfundungsgemäße Lehre ist grundsätzlich von der Bauart der Doppel- oder Mehrfachkupplung unabhängig. Je nach Bauart (etwa nasslaufende Lamellen-Doppelkupplung einerseits und trockenlaufende Doppelkupplung der Reibscheibenbauart andererseits) ergeben sich aber andere Randbedingungen hinsichtlich der Belastbarkeit der Kupplungsanordnungen, die bei der Implementierung bzw. Ausführung des Verfahrens zu berücksichtigen sind. Bei der weiteren Erläuterung der Erfindung wird davon ausgegangen, dass ein Kraftfahrzeug-Antriebsstrang mit nasslaufender Lamellen-Doppelkupplung vorliegt, wie dies einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung entspricht.

[0037] Um eine optimale Fahrzeugbeschleunigung zu er-

zielen, wird vorgeschlagen, die Motordrehzahl zu Beginn einer Anfahrphase auf ein möglichst hohes (ggf. maximal mögliches) Drehzahlniveau zu heben. Zuvor wird die maximal zulässige Motordrehzahl (allgemein die maximal zulässige Drehzahl der Antriebseinheit) durch die Belastungsgrenzen der Kupplungseinrichtung bestimmt. Im Hinblick auf eine Maximierung der Fahrzeugbeschleunigung ist es ideal, wenn der Motor auf seine maximal mögliche Drehzahl, also ggf. bis zur Abregelung durch das Motormanagement, hochgedreht wird.

[0038] Nicht nur zur Vereinfachung kann die Annahme getroffen werden, dass das gesamte, während eines Rennstarts über die Kupplungseinrichtung übertragende Kupplungsmoment auf die Fahrbahn übertragen werden kann. Es kann nämlich ein Anti-Schlupf-Regelungs-System (ASR) vorgesehen sein, oder es kann die Kupplungseinrichtung derart gesteuert oder geregelt werden, dass kein oder nur ein definierter Schlupf an den Antriebsrädern auftritt.

[0039] Ein Rennstart kann durch den Fahrer vorteilhaft wie folgt ausgelöst, insbesondere wie folgt etwa der Steuereinheit 36 signalisiert und dann zu einem gewünschten Zeitpunkt eingeleitet werden:

Der Fahrer betätigt das Fahr- oder Gaspedal 38 entsprechend seinen Intentionen betreffend die zu erreichende Fahrzeuggeschwindigkeit bzw. Fahrzeugbeschleunigung. Gegebenenfalls tritt der Fahrer das Gaspedal 38 voll durch. Gleichzeitig aktiviert der Fahrer die Betriebsbremse, etwa durch entsprechende Betätigung des Bremspedals 46.

[0040] Bei "normalen", nicht für eine besonders große Fahrzeugbeschleunigung ausgelegten Anfahrvorgängen würde auf die Betätigung des Gaspedals eine Fortbewegung des Fahrzeugs durch Einregelung eines entsprechenden Kupplungsmoments erfolgen. Aufgrund der Betätigung der Betriebsbremse bleibt das Fahrzeug aber stehen. Wird nach einer vorgegebenen Zeit von der Steuereinheit 36 kein nennenswerter Drehzahlanstieg am Getriebeeingangs bzw. an den angetriebenen Rädern erkannt, so werden vom System Rennstartbedingungen angenommen. Alternativ oder zusätzlich könnte der "Rennstart" auch daraus abgeleitet werden, dass sowohl das Gaspedal 38 als auch das Bremspedal 46 entsprechend oder stärker als eine Mindestbetätigung betätigt werden.

[0041] Ist der Rennstartwunsch vom System erkannt, wird, sofern keine bestehende Überlastung festgestellt wird (im Falle einer nasslaufenden Lamellen-Kupplungseinrichtung etwa erkennbar an der Kupplungskühlöltemperatur, die dem Fahrer ggf. durch eine blinkende Funktionslampe oder dergleichen sichtbar gemacht werden kann), die Motordrehzahl auf eine vorgegebene oder aus der Betätigung des Gas-

pedals 38 abgeleitete Motordrehzahl angehoben, indem das Motormoment entsprechend hochgefahren und dann – zum Haften des erreichten Drehzahlniveaus – wieder teilweise heruntergefahren wird, wie dies in den Diagrammen der Fig. 3 an der Motordrehzahlkurve n_M und der Motormomentkurve M_M in der (zeitlichen) Phase 1 dargestellt ist. Vorgezogeneweise wird die Motordrehzahl dabei auf die Soll-Drehzahl eingeregelt. Simultan hierzu werden beide Kupplungsanordnungen der Doppelkupplung leicht in Einrückrichtung betätigt und dann in einem leicht eingerückten Zustand gehalten, so dass sich beide Kupplungsanordnungen im Momentenübertragungsbereich (vgl. Kupplungsmomentkurven M_{K1} und M_{K2}) befinden.

[0042] Auf den beiden Kupplungsanordnungen zugeordneten Getriebeeingangswellen ist schon zu Beginn der Phase 1 jeweils ein als Anfahrgang geeigneter Getriebegang, etwa der erste Gang für die eine und der zweite Gang für die andere Kupplungsanordnung eingelegt worden, so dass die beiden nun momentenübertragenden Kupplungsan-

ordnungen in der Phase 1 gegen das Fahrzeugbremsystem arbeiten. Durch das leichte Einrücken der beiden Kupplungsanordnungen werden Totzeiten durch Lüftspiel und dergleichen für die weitere Betätigung der Kupplungsanordnungen vermieden, so dass die Kupplungsanordnungen sehr reaktionsschnell zur Übertragung größerer Momente weiter eingerückt werden können. Es ist also mit geringstmöglichen Zeitverlust eine Anhebung des Kupplungsmomentes möglich. Das in Phase 1 übertragene Kupplungsmoment sollte in einem Bereich liegen, dass auch bei länger anliegendem "Rennstartwunsch", also im Falle einer längeren zeitlichen Ausdehnung der Phase 1, keine Kupplungsschäden auftreten. Bei nasslaufenden Kupplungsanordnungen kann in Phase 1 die Kühleistung für die Kupplungsanordnungen im Hinblick auf den momentanen Schlupfbetrieb und in Erwartung des eigentlichen Rennstarts angehoben werden.

[0043] Mit dem Lösen der Betriebsbremse, also etwa mit dem Loslassen des Bremspedals 46, wird der eigentliche Rennstart eingeleitet. Die Steuereinheit erkennt dieses Lösen der Betriebsbremse und wertet es als "Auslösesignal" für die Durchführung des eigentlichen Anfahrens (im Beispielfall im Sinne des erwähnten "Rennstarts") aus. Zum Anfahren werden beide Kupplungsanordnungen stärker eingerückt, um ein das Fahrzeug stark beschleunigendes Antriebsmoment in das Getriebe einzuleiten und ein Summen-Antriebsmoment an der Getriebeabtriebswelle und damit an den angetriebenen Fahrzeugrädern zu erhalten. Das Summen-Antriebsmoment ergibt sich nicht aus einer einfachen Addition der über die beiden Kupplungsanordnungen in das Getriebe eingeleiteten Momente M_{K1} und M_{K2} (Werte M_1 und M_2 in Phase 2), da noch die im jeweiligen Getriebegang geltende Getriebeübersetzung zu berücksichtigen ist, die ggf. eine Transformation des eingelegten Moments zu einem höheren oder niedrigeren Momentniveau bedingt. Ein etwa über die Getriebeeingangswelle 1 eingelegtes Moment M_0 wird durch den auf dieser Getriebeeingangswelle beispielsweise eingelegten Getriebegang 1 zu einem Moment $f \times M_0$ transformiert. Leitet man das gleiche Moment über die Getriebeeingangswelle 2 ins Getriebe ein, auf der beispielsweise der Gang 2 eingelegt ist, so erhält man am Getriebeausgang das Moment $f \times M_0 \times i_2/i_1$. Das Verhältnis i_1/i_2 gibt die Übersetzungsänderung zwischen dem ersten und dem zweiten Gang an. f ist ein die Momententransformation im Gang 1 beschreibender Faktor.

[0044] Für ein besonders zügiges Anfahren ist es an sich wünschenswert, einen möglichst niedrigen Getriebegang zu verwenden, da über diesen ausgehend von einem von dem Motor bereitstellbaren Motormoment das Antriebsmoment am Getriebeausgang maximiert wird. Wird nach der Erfahrung das zur Verfügung stehende Motormoment zumindest in einer ersten Beschleunigungsphase über beide Kupplungsanordnungen der Doppelkupplung übertragen, so bedingt dies bezogen auf das insgesamt in das Getriebe eingelegte Moment M_K eine Reduzierung des am Getriebeausgang zur Verfügung stehenden Moments. Nach einem dem Ablauf gemäß Fig. 3 zugrundeliegenden Weiterbildungsvorschlag wird diese durch das Einschaltens des zweiten Gangs zur Übertragung eines Teils des insgesamt zur Verfügung stehenden Moments bedingte Momentenreduzierung am Getriebeausgang durch Bereitstellung zusätzlichen Antriebsmoments aus gespeicherter Rotationsenergie kompensiert.

[0045] Diese Kompensation kann man letztlich am besten anhand eines konkreten Beispiels erläutert. Geht man beispielsweise von einer zu Beginn des Rennstarts geltenden Motordrehzahl von 6000 min^{-1} und einem bei dieser Drehzahl vom Motor bereitstellbaren Motormoment von 400 Nm

aus, so erhält man für den Fall, dass das gesamte Moment über eine Kupplungsanordnung übertragen werden soll, an dieser eine Verlustleistung von ca. 250 kW (Reibleistung = Differenzdrehzahl [U/min] \times Motormoment [Nm] $\times 2\pi/60$).

- 5 Diese Verlustleistung kann die bauartbedingten Wärmeabfuhr- und Wärmespeichermöglichkeiten übersteigen, so dass ein derartiger Rennstart nicht durchführbar ist, es sei denn, dass man Beschädigungen in Kauf nimmt. Es stellt sich nun die Aufgabe, die Spitzenverlustleistung der eigentlichen Anfahrkupplung (die Kupplungsanordnung, der der Anfahrgang, etwa der Gang 1, zugeordnet ist) zu reduzieren.
- 10 [0046] Wird das Motormoment nun über beide Kupplungsanordnungen übertragen, so reduzieren sich die Spitzenwerte für die Verlustleistungen an den Kupplungsanordnungen entsprechend der Aufteilung des Moments auf die beiden Kupplungsanordnungen. Im Hinblick auf ein maximales Moment am Getriebeausgang empfiehlt es sich, das über die dem Anfahrgang zugeordnete Kupplungsanordnung übertragene bzw. zu übertragende Moment nur auf einen Wert zu reduzieren, der der maximalen Kupplungsbelastbarkeit entspricht. In Verbindung mit dem über die andere Kupplungsanordnung übertragenen Restmoment ergibt sich dann möglicherweise schon ein Antriebsmoment am Getriebeausgang, das den Anforderungen entspricht.
- 15 [0047] Möchte man hingegen am Getriebeausgang ein Moment zur Verfügung haben, wie es bei Übertragung des Antriebsmoments der Antriebseinheit über nur eine Kupplungsanordnung und den Anfahrgang ohne Berücksichtigung der Kupplungsüberlastung theoretisch erreichbar wäre, so kann man das über die andere Kupplungsanordnung (auf deren Getriebeeingangswelle beispielsweise der zweite Getriebegang eingelegt ist) übertragene Moment entsprechend erhöhen.
- 20 [0048] Geht man allerdings davon aus, dass die Antriebseinheit schon das maximal mögliche Antriebsmoment bereitstellt, so ist eine Erhöhung des insgesamt in das Getriebe eingelegten Moments nicht mehr möglich. Es wird hier aber der Vorschlag gemacht, vor dem Beginn des eigentlichen Anfahrens Rotationsenergie im Motor zu speichern und dann zusätzliches Moment aus dem Abbremsen der Motordrehung zu gewinnen. Aus diesem Grund wird in Phase 1 der Fig. 3 die Motordrehzahl auf einen Überhöhungswert hochgefahren, beispielsweise auf eine Drehzahl 7000 min^{-1} , wenn man auf das obige Beispiel Bezug nehmen möchte.
- 25 [0049] Geht man von einer Drehzahldifferenz von 7000 min^{-1} und einem Motormoment von 400 Nm aus, so könnte man beispielsweise die Anfahrkupplung 1 (auf deren Getriebeeingangswelle der Anfahrgang 1 eingelegt ist) so weit einkuppeln, dass sie ein Moment von 270 Nm überträgt. Man erhält dann unter Zugrundelegung der genannten Beispieldaten an dieser Kupplungsanordnung eine Verlustleistung von ca. 197 kW .
- 30 [0050] Geht man von einer Übersetzungsänderung i_1/i_2 von 1,7 zwischen dem ersten und dem zweiten Gang aus, so müsste die zweite Kupplungsanordnung (auf deren Getriebeeingangswelle der zweite Gang eingelegt ist) so weit eingerückt werden, dass diese ein Moment von ca. 220 Nm überträgt. Dieser Wert berechnet sich aus dem Motormoment und dem von der ersten Kupplungsanordnung übertragenen Moment wie folgt:
- 35
$$\text{Kupplungsmoment } 2 = (\text{Motormoment} - \text{Kupplungsmoment } 1) \times i_1/i_2.$$
- 40 [0051] Auf Grundlage der genannten Beispieldaten erhält man dann an der zweiten Kupplungsanordnung eine Verlustleistung von ca. 160 kW .
- 45 [0052] Durch Nutzung der Rotationsenergie ist das über die Kupplungsanordnungen insgesamt ins Getriebe einge-

leitete Moment M_K größer als der Wert des vom Motor bereitgestellten Motormoments M_M , so dass sich die Motordrehzahl reduziert. Bei Annäherung der Motordrehzahl an eine Zieldrehzahl (z. B. die Drehzahl 6000 min⁻¹) wird das eingangsseitig zur Verfügung stehende Moment vollständig an die Kupplungsanordnung 1 übergeben, indem in Phase 3 die Kupplungsanordnung 2 vollständig ausgerückt und die Kupplungsanordnung zumindest soweit eingerückt wird, dass sie das von der Antriebseinheit ohne weitere Reduzierung der Drehzahl bereitstellbare Motormoment überträgt. Es wird auf die exemplarischen Kurven für das Kupplungsmoment der Kupplungsanordnung 1 (Kurve M_{K1}), das Kupplungsmoment der Kupplungsanordnung 2 (Kurve M_{K2}) und das Motormoment (Kurve M_M) sowie die Drehzahlen n_{G1} und n_{G2} der beiden Getriebeeingangswellen in Fig. 3 verwiesen. Die Steigungen der n_{G1} - und n_{G2} -Kurven spiegeln die Getriebeübersetzungen im jeweiligen Getriebeeingang relativ zueinander wieder. Ein zusätzliches, aus dem Abbremsen der Antriebseinheit samt der Eingangsseite der Kupplungseinrichtung gewonnenes Moment tritt gemäß dem vorgeschlagenen Ablauf nur in der Phase 2 gemäß Fig. 3 auf. In Phase 4 überträgt dann die Kupplungsanordnung 1 das gesamte Motormoment M_M .

[0053] Die Kupplungsanordnungen können zur Einstellung der Momente M_1 und M_2 gemäß Fig. 3 gesteuert betätigt werden, insbesondere durch die Steuereinheit 36. Im Falle von nasslaufenden Lamellen-Kupplungsanordnungen, die auf hydraulischem Wege mittels hydraulischen Nehmerzylin dern betätigt werden, können diesen gesteuerten Kupplungsbetätigungen Beziehungen zwischen dem Hydraulikdruck und dem sich ergebenden Kupplungsmoment zugrundegelegt werden, die in (vorzugsweise im Betrieb adaptierbaren) Kennfeldern abgelegt sein können. In entsprechender Weise können etwa bei trockenlaufenden Kupplungsanordnungen der Reibscheibenbauart Beziehungen zwischen Betätigungs weg und resultierendem Kupplungsmoment der gesteuerten Betätigung zugrundegelegt werden.

[0054] Fig. 4 zeigt eine Ausführungsvariante, bei der durch Einschaltung einer zweiten Kupplungsanordnung das zu Beginn einer Beschleunigungsphase am Getriebeausgang zur Verfügung stehende Antriebsmoment maximiert ist. Das von der Antriebseinheit bei konstant bleibender Drehzahl der Antriebseinheit bereitstellbare Antriebsmoment M_M wird gleich zu Beginn des eigentlichen Startvorgangs vollständig über die Kupplungsanordnung 1 übertragen, so dass sich aufgrund des zugeordneten Anfahrgangs (insbesondere des ersten Getriebegangs) an sich schon ein maximales Antriebsmoment am Getriebeausgang ergibt. Eine zusätzliche Momentenüberhöhung wird durch Nutzung von in Phase 1 aufgebauter Rotationsenergie erzielt, indem zusätzlich auch die Kupplungsanordnung 2 teilweise eingerückt wird, so dass der Motor abgebremst wird. In Phase 2 wird damit ein zusätzliches Moment über die Kupplungsanordnung 2 ins Getriebe eingeleitet, so dass sich ein dementsprechend erhöhtes Gesamt-Antriebsmoment am Getriebeausgang ergibt. Erreicht die Motordrehzahl einen Schwellenwert (beispielsweise die Drehzahl 6000 min⁻¹; die Ausgangsdrehzahl könnte beispielsweise 7000 U/ min⁻¹ betragen), so wird die Kupplungsanordnung 2 ausgekuppelt, so dass dann nur noch die Kupplungsanordnung 1 Moment überträgt, nämlich das von der Antriebseinheit (Motor) ohne weiteres Abbremsen bereitgestellte Motormoment.

[0055] Die resultierenden Längsbeschleunigungen für das Fahrzeug für das Beispiel der Fig. 3 und das Beispiel der Fig. 4 sind aus dem jeweils untersten Diagramm beispielhaft zu entnehmen. Im Falle der Fig. 3 bleibt das Antriebsmoment für die Phasen 2 und 3 und einen Anfangsabschnitt der Phase 4 konstant, so dass eine dementsprechend konstante

Fahrzeulgängbeschleunigung resultiert. Demgegenüber ist im Falle der Fig. 4 das Antriebsmoment am Getriebeausgang und dementsprechend die Fahrzeugsbeschleunigung in Phase 2 größer als in Phase 4. Der weitere, in den Diagram-

5 erkennbare Abfall der Fahrzeugs-Längsbeschleunigung im weiteren Verlauf der Phase 4 resultiert daraus, dass dann, wenn die Drehzahl der Getriebeeingangswelle 1 die Motordrehzahl erreicht hat, der Schlupf der Kupplungsanordnung 1 also aufgebraucht ist, zur weiteren Beschleunigung des

10 Fahrzeugs auch die Drehzahl der Antriebseinheit selbst zunehmen muss, also die Antriebseinheit selbst auch hochbeschleunigt werden muss. Aufgrund des dann insgesamt zugrunde zu legenden Rotations-Trägheitsmoments resultiert eine leicht geringere Fahrzeugs-Längsbeschleunigung für 15 das gleiche Motormoment.

[0056] Es soll noch darauf hingewiesen werden, dass man beim Einkuppeln der Kupplungsanordnungen zu Beginn der Phase 2 vorteilhaft die Lehre der DE 195 36 320 A1 anwenden kann, um Lastwechselschwingungen und dergleichen 20 im Antriebsstrang zu vermeiden bzw. zumindest zu reduzieren. Das Schließen der Kupplungsanordnungen erfolgt gemäß den Beispielen der Fig. 3 und 4 deshalb zweistufig, um den Antriebsstrang entsprechend seinen gangabhängigen Eigenfrequenzen zweimalig anzuregen, und zwar derart, dass durch Schwingungsüberlagerung der beiden Anregungen mit entsprechender Phasenverschiebung ein so weit als möglich schwingungsfreier Antriebsstrang erhalten wird.

[0057] Davorstehend beschriebenen Verfahren werden durch eine entsprechende Steuereinrichtung, Bezug nehmend auf die Beispiele der Fig. 1 und 2 durch die Steuereinheit 36, durchgeführt, die hierzu die Antriebseinheit und die Doppelkupplung bzw. deren Kupplungsanordnungen entsprechend ansteuert.

[0058] Vorgeschlagen wird unter anderem ein Verfahren 35 zum Anfahren eines Kraftfahrzeugs mit großer bzw. möglichst großer Beschleunigung auf Grundlage eines Kraftfahrzeug-Antriebsstrangs mit einer Doppel- oder Mehrfach-Kupplungseinrichtung. Erfundengemäß ist vorgesehen, dass i) zuerst bei noch stehendem Kraftfahrzeug eine Antriebsdrehzahl der Antriebseinheit auf ein Ausgangs-Drehzahliveau gebracht wird, welches zumindest in einem mittleren, vorzugsweise in einem oberen Bereich eines durch eine minimale Drehzahl oder Leerlaufdrehzahl und durch eine maximal zulässige Drehzahl der Antriebseinheit definierten Drehzahlintervalls liegt, und dass ii) danach die Antriebseinheit derart betrieben und eine erste und eine zweite Kupplungsanordnung gemeinsam soweit eingerückt werden, dass zum einen die Antriebseinheit ein Antriebsmoment bereitstellt, welches zumindest in einem oberen Bereich eines durch ein Antriebsmoment Null und durch ein auf dem Drehzahl niveau mögliches maximales Antriebsmoment definierten Antriebsmomentintervalls liegt, und dass zum anderen die erste Kupplungsanordnung ein erstes Moment und die zweite Kupplungsanordnung ein zweites Moment auf die jeweilige Getriebeeingangswelle übertragen, deren Summe ebenfalls zumindest in einem oberen Bereich des durch das Antriebsmoment Null und durch das auf dem Drehzahl niveau mögliche maximale Antriebsmoment definierten Antriebsmomentintervalls liegt.

40 45 50 55 60

40 45 50 55 60

Patentansprüche

1. Verfahren zum Anfahren eines Kraftfahrzeugs, welches einen Antriebsstrang mit einer Antriebseinheit (12), einem wenigstens zwei Getriebeeingangswellen aufweisenden Getriebe (18) und einer Doppel- oder Mehrfach-Kupplungseinrichtung (24) zur Momentenübertragung zwischen der Antriebseinheit und dem Ge-

triebe aufweist, wobei die Kupplungseinrichtung eine einer ersten Getriebeingangswelle (20) zugeordnete erste Kupplungsanordnung (26) und eine einer zweiten (22) Getriebeingangswelle zugeordnete zweite Kupplungsanordnung (28) aufweist, die wahlweise und unabhängig voneinander in Einrück-Richtung oder/und in Ausrück-Richtung betätigbar sind, um Antriebsmoment von der Antriebseinheit wahlweise über die erste oder/ und zweite Getriebeingangswelle in das Getriebe einzuleiten, 5 wobei das eingeleitete Antriebsmoment in Abhängigkeit von einem momentanen Gangschaltzustand des Getriebes (18) zu wenigstens einer Getriebeabtriebswelle (54) übertragbar ist, ggf. unter Transformation des Moments entsprechend einem momentanen Übersetzungsverhältnis eines in Bezug auf die jeweilige Getriebeingangswelle eingelegten Getriebegangs, und wobei das an der Getriebeabtriebswelle auftretende Moment zu angetriebenen Rädern des Kraftfahrzeugs 10 übertragbar ist, wobei im Zuge eines Anfahrvorgangs von der ersten und der zweiten Kupplungsanordnung wenigstens eine schlupfen betrieben wird und über beide Kupplungsanordnungen simultan entsprechend einer momentanen 15 Momentenübertragungsfähigkeit der Kupplungsanordnungen Antriebsmoment auf die erste und die zweite Getriebeingangswelle übertragen wird, wobei in Bezug auf beide Getriebeingangswellen ein jeweiliger Getriebegang eingelegt ist, um das auf die jeweilige 20 Getriebeingangswelle übertragene Antriebsmoment entsprechend dem jeweiligen Getriebegang auf die Getriebeabtriebswelle zu übertragen, so dass an der Getriebeabtriebswelle ein entsprechendes Summen-Antriebsmoment für den Antrieb der angetriebenen Räder 25 auftritt, **dadurch gekennzeichnet**, dass i) zuerst bei noch stehendem Kraftfahrzeug eine Antriebsdrehzahl (n_M) der Antriebseinheit (12) auf ein Ausgangs-Drehzahl niveau gebracht wird, welches zu mindest in einem mittleren, vorzugsweise in einem 30 oberen Bereich eines durch eine minimale Drehzahl oder Leerlaufdrehzahl und durch eine maximal zulässige Drehzahl der Antriebseinheit definierten Drehzahlintervalls liegt, 35 und dass ii) danach die Antriebseinheit (12) derart betrieben und die erste (26) und die zweite (28) Kupplungsanordnung gemeinsam soweit eingerückt werden, dass zum einen die Antriebseinheit ein Antriebsmoment (M_M) bereitstellt, welches zumindest in einem 40 oberen Bereich eines durch ein Antriebsmoment Null und durch ein auf dem Drehzahl niveau mögliches maximales Antriebsmoment definierten Antriebsmomentintervalls liegt, und dass zum anderen die erste Kupplungsanordnung ein erstes Moment (M_1) und die zweite Kupplungsanordnung ein zweites Moment (M_2) auf die jeweilige Getriebeingangswelle übertragen, deren Summe (M_K) ebenfalls zumindest in einem oberen Bereich des durch das Antriebsmoment Null und durch das auf dem Drehzahl niveau mögliche maximale Antriebsmoment definierten Antriebsmomentintervalls liegt. 45 50 55 60

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem gemeinsamen Einrücken der ersten und der zweiten Kupplungsanordnung wenigstens eine, vorzugsweise beide Kupplungsanordnungen (26, 28) vorab soweit eingerückt werden, dass die betreffende Kupplungsanordnung ein gegenüber dem ersten bzw. zweiten Moment deutlich geringeres, aber über etwa 65

auftretenden Schleppmomenten liegendes Moment überträgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Summe (M_K) des ersten und des zweiten Moments größer als das von der Antriebseinheit auf dem Drehzahl niveau unter der Maßgabe einer im Wesentlichen konstant bleibenden Antriebsdrehzahl bereitstellbare Antriebsmoment (M_M) ist, so dass die Antriebsdrehzahl (n_M) in Folge des Einrückens der beiden Kupplungsanordnungen abfällt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn die Antriebsdrehzahl sich einem unterhalb dem Ausgangs-Drehzahl niveau liegenden Schwellen-Drehzahl niveau nähert oder dieses erreicht, von den beiden Kupplungsanordnungen die zweite (28) ausgerückt und die erste (26) weiter eingerückt wird oder im momentanen Einrückzustand gehalten wird, derart, dass die Antriebsdrehzahl nicht oder zumindest nicht wesentlich unter das Schwellen-Drehzahl niveau fällt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der ersten Kupplungsanordnung (26) der niedrigere der eingelegten Getriebegänge zugeordnet ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Moment (M_1) größer als das zweite Moment (M_2) ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Moment (M_1) kleiner als das von der Antriebseinheit auf dem Drehzahl niveau unter der Maßgabe einer im Wesentlichen konstant bleibenden Antriebsdrehzahl bereitstellbare Antriebsmoment (M_M) ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das an der Getriebeausgangswelle (54) auftretende Summen-Antriebsmoment aufgrund des ersten (M_1) und des zweiten (M_2) Moments etwa gleich groß ist wie ein an der Getriebeausgangswelle auftretendes Antriebsmoment aufgrund des von der ersten Kupplungsanordnung auf die erste Getriebeingangswelle übertragene Moment nach dem Ausrücken der zweiten (28) und dem weiteren Einrücken der ersten (26) Kupplungsanordnung.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Moment (M_1) etwa gleich groß ist wie das von der Antriebseinheit auf dem Drehzahl niveau unter der Maßgabe einer im Wesentlichen konstant bleibenden Antriebsdrehzahl bereitstellbare Antriebsmoment (M_M) ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7 oder nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das an der Getriebeausgangswelle auftretende Summen-Antriebsmoment aufgrund des ersten (M_1) und des zweiten (M_2) Moments größer ist wie ein an der Getriebeausgangswelle auftretendes Antriebsmoment aufgrund des von der ersten Kupplungsanordnung (26) auf die erste Getriebeingangswelle (20) übertragene Moment nach dem Ausrücken der zweiten Kupplungsanordnung (28).
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn eine Drehzahl der ersten Getriebeingangswelle das Schwellen-Drehzahl niveau erreicht, diese Drehzahl gemeinsam mit der Antriebsdrehzahl weiter hochbeschleunigt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Kupplungsanordnungen (26, 28) mehrstufig, vorzugsweise zweistufig, eingerückt werden, um das erste (M_1) bzw. zweite

(M₂) Moment zu übertragen, wobei das mehrstufige Einrücken derart erfolgt, dass Schwingungsanregungen des Antriebstrangs aufgrund der einzelnen Einrückstufen sich zumindest teilweise destruktiv überlagern.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren unter der Steuerung/Regelung einer Steuereinrichtung (36) des Kraftfahrzeugs durchgeführt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13; dadurch gekennzeichnet, dass die Durchführung des Verfahrens hinsichtlich dem Anfahren dadurch auslösbar ist, dass zuerst ein Fahrsignal-Geberelement (38) des Fahrzeugs, ggf. ein Fahr- oder Gaspedal (38), stärker als ein Schwellenwert im Sinne einer Aktivierung oder eines Hochdrehens der Antriebseinheit betätigt wird und simultan ein Bremssignal-Geberelement (46) des Fahrzeugs, ggf. ein Bremspedal (46), stärker als ein Mindestmaß im Sinne einer Aktivierung eines Bremssystems des Fahrzeugs betätigt wird, und dass danach bei anhaltender Betätigung des Fahrsignal-Geberelements (38) das Bremssignal-Geberelement (46) im Sinne einer im Wesentlichen vollständigen Deaktivierung des Bremssystems betätigt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigung des Fahrsignal-Geberelements (38) stärker als der Schwellenwert im Sinne einer Aktivierung oder eines Hochdrehens der Antriebseinheit simultan zu der Betätigung des Bremssignal-Geberelements (46) stärker als das Mindestmaß im Sinne der Aktivierung eines Bremssystems die Antriebsdrehzahl auf das Ausgangs-Drehzahlniveau bringt und ggf. das Einrücken wenigstens einer der beiden Kupplungsanordnung (26, 28) vorab auslöst und dass die Betätigung des Bremssignal-Geberelements (46) im Sinne einer im Wesentlichen vollständigen Deaktivierung des Bremssystems das Einrücken der ersten (26) und der zweiten (28) Kupplungsanordnung zur Übertragung des ersten (M₁) bzw. zweiten (M₂) Moments auslöst.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass es in Bezug auf eine Kupplungseinrichtung (24) der Lamellen-Bauart ausgeführt wird, bei der die erste und die zweite Kupplungsanordnung jeweils als vorzugsweise für einen nasslaufenden Betrieb vorgesehene Lamellen-Kupplungsanordnung (24, 26) ausgeführt sind.

17. Verfahren zum Signalisieren eines speziellen Anfahrvwunsches eines Fahrers eines Kraftfahrzeug an eine Steuereinrichtung (36) des Kraftfahrzeugs, die dafür ausgelegt ist, durch entsprechende Ansteuerung einer Antriebseinheit (12) oder/und eines Getriebes (18) oder/und einer zur Momentenübertragung zwischen der Antriebseinheit und dem Getriebe dienenden Kupplungseinrichtung (24) oder/und eines Bremssystems sowie ggf. weiterer Komponenten oder Funktionalitäten des Kraftfahrzeugs einen speziellen, diesem Anfahrvwunsch entsprechenden und ggf. als "Rennstart" bezeichnabaren Anfahrvorgang des Kraftfahrzeugs durchzuführen, und zum Auslösen dieses Anfahrvorgangs, dadurch gekennzeichnet, dass zuerst ein Fahrsignal-Geberelement (38) des Fahrzeugs, ggf. ein Fahr- oder Gaspedal (38), stärker als ein Schwellenwert im Sinne einer Aktivierung oder eines Hochdrehens der Antriebseinheit zu betätigen ist und simultan ein Bremssignal-Geberelement (46) des Fahrzeugs, ggf. ein Bremspedal (46), stärker als ein Mindestmaß im Sinne einer Aktivierung eines Bremssystems des

Fahrzeugs zu betätigen ist, und dass danach bei anhaltender Betätigung des Fahrsignal-Geberelements (38) das Bremssignal-Geberelement (46) im Sinne einer im Wesentlichen vollständigen Deaktivierung des Bremssystems zu betätigen ist, ggf. durch Loslassen des Bremspedals (46), um den Anfahrvwunsch zu Signalisieren und den diesem entsprechenden Anfahrvwunsch auszulösen.

18. Steuereinrichtung für ein Kraftfahrzeug, die dafür ausgelegt ist, durch entsprechende Ansteuerung einer Antriebseinheit (12) oder/und eines Getriebes (18) oder/und einer zur Momentenübertragung zwischen der Antriebseinheit und dem Getriebe dienenden Kupplungseinrichtung (24) oder/und eines Bremssystems sowie ggf. weiterer Komponenten oder Funktionalitäten des Kraftfahrzeugs einen speziellen, ggf. als "Rennstart" bezeichnabaren Anfahrvorgang des Kraftfahrzeugs durchzuführen oder/und einen entsprechenden Anfahrvwunsch des Fahrer zu erkennen, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (36) dafür ausgelegt ist, den Anfahrvorgang gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16 durchzuführen oder/und den Anfahrvwunsch gemäß dem Verfahren nach Anspruch 17 zu erkennen und daraufhin ggf. den entsprechenden Anfahrvorgang in Übereinstimmung mit Anspruch 17 auszulösen.

19. Kraftfahrzeug mit einer Steuereinrichtung (36) nach Anspruch 18.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

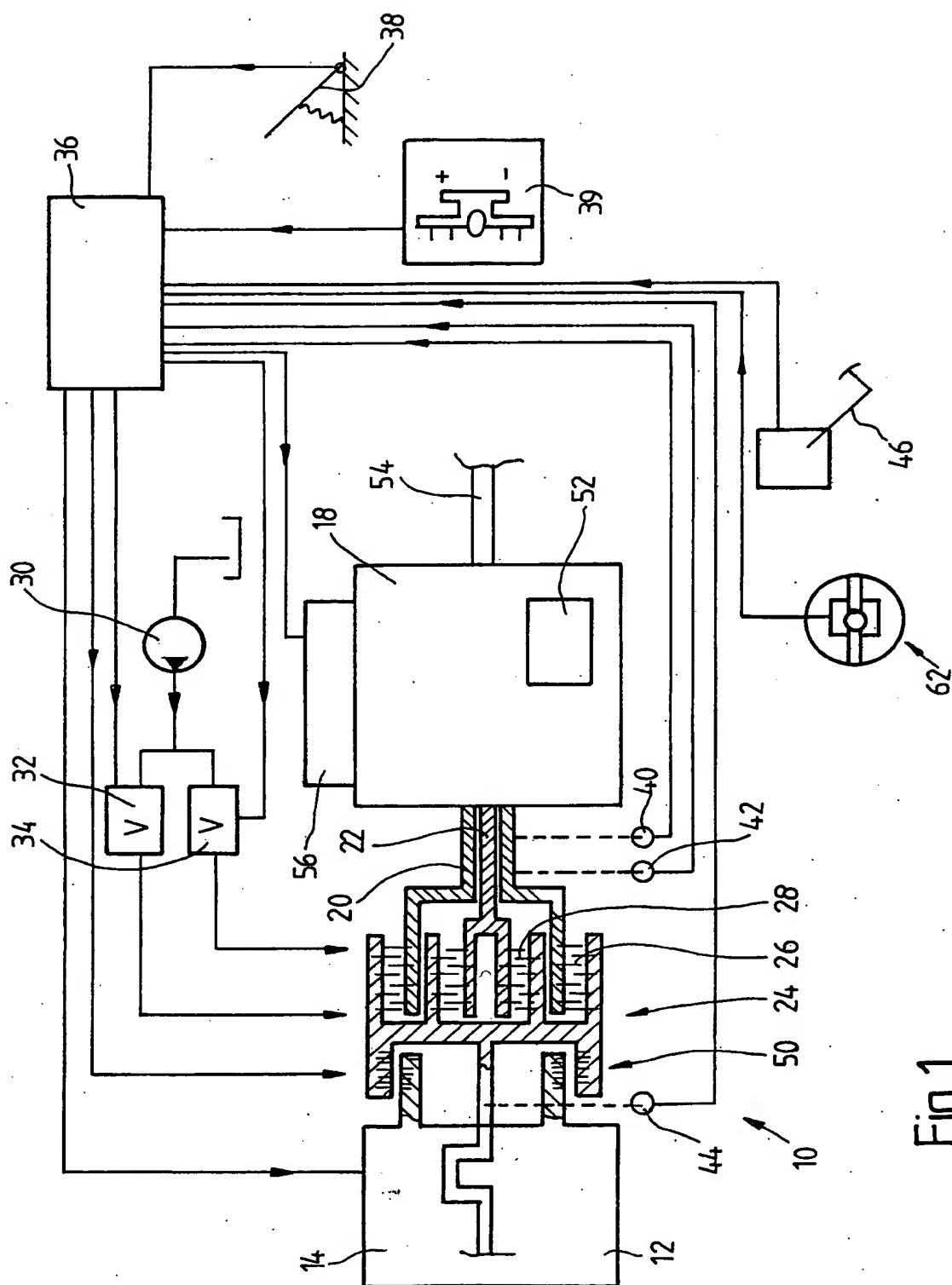


Fig. 1

BEST AVAILABLE COPY

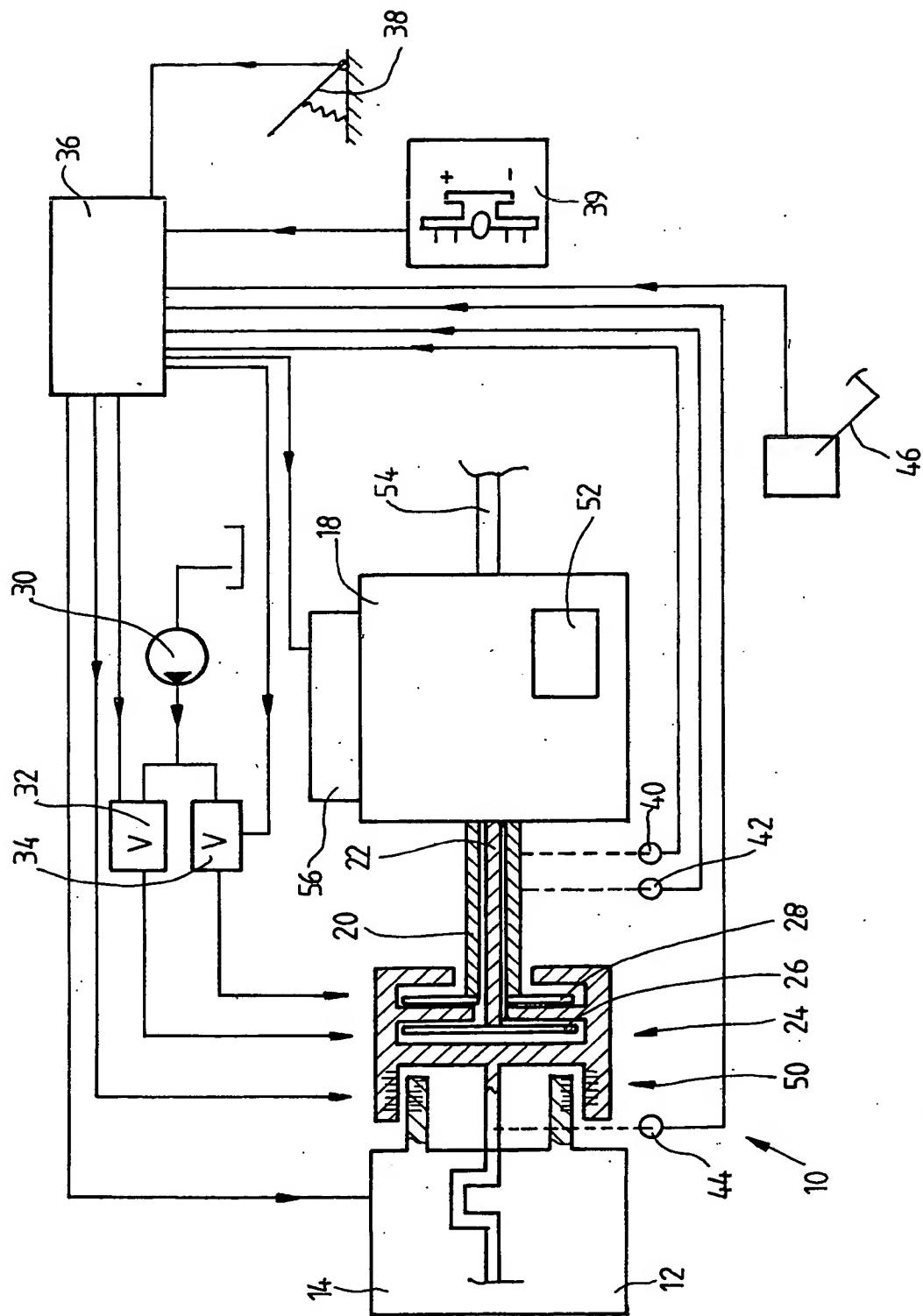
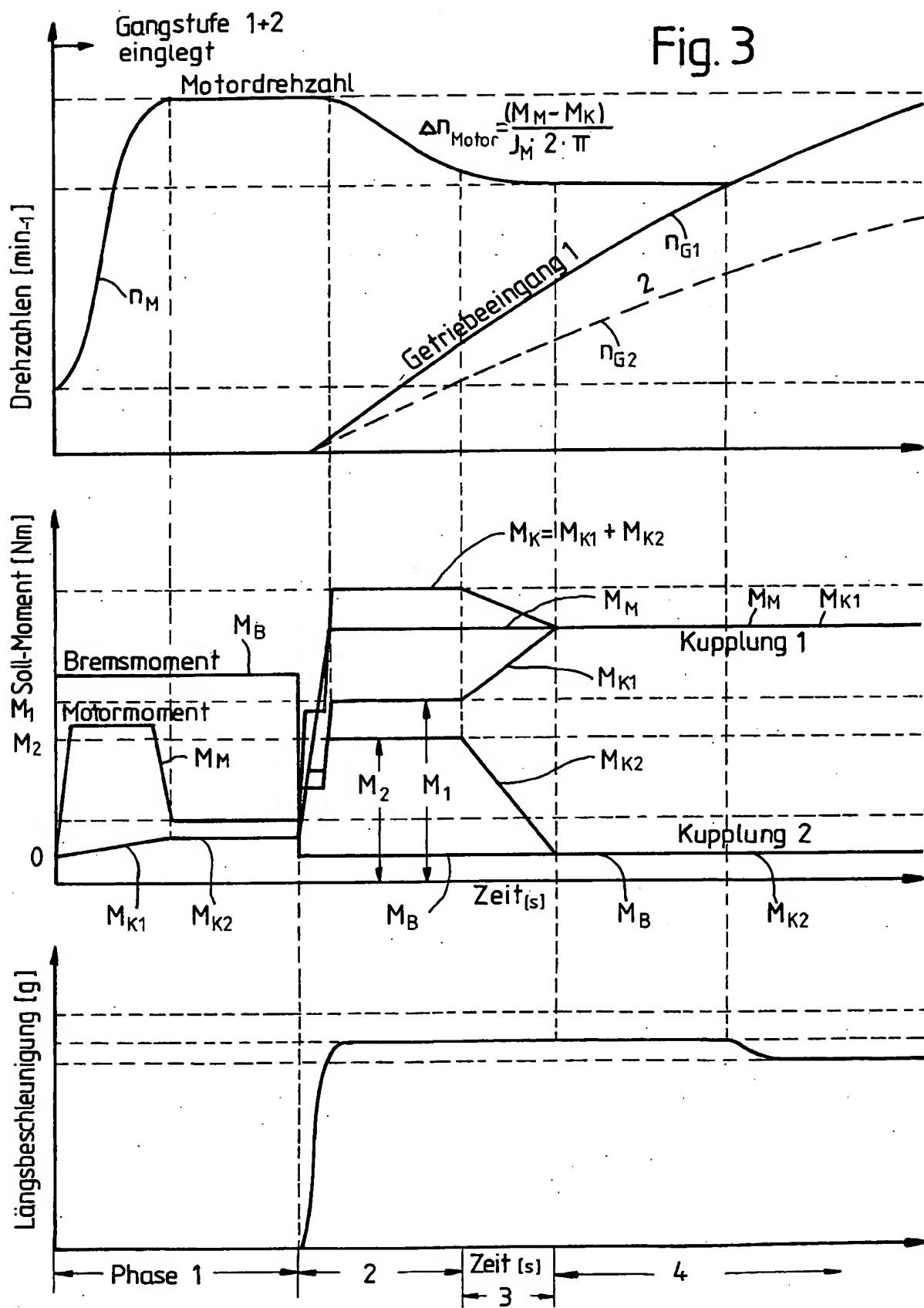
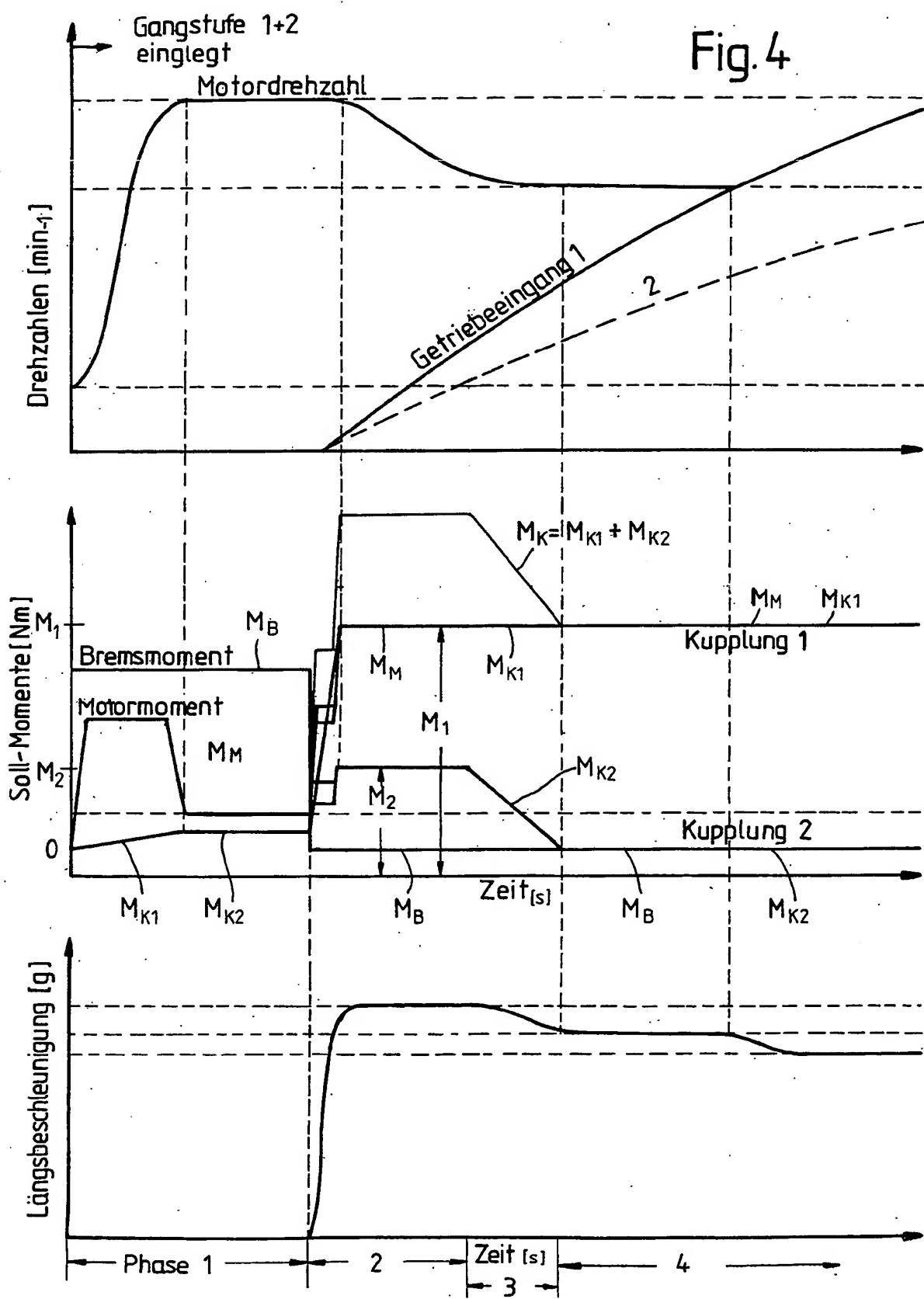


Fig. 2



**Fig. 4**